

PUBLICATION NUMBER : 2002165370
PUBLICATION DATE : 07-06-02

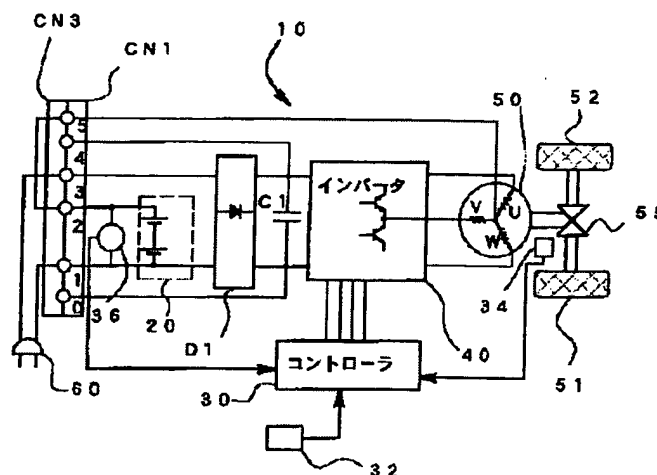
APPLICATION DATE : 27-11-00
APPLICATION NUMBER : 2000359439

APPLICANT : TOYOTA MOTOR CORP;

INVENTOR : OKI RYOJI;

INT.CL. : H02J 7/00 B60L 11/18 H01M 10/44
H02P 7/00

TITLE : CHARGER AND MOTOR DRIVEN
VEHICLE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a charger which is simple for a secondary battery.

SOLUTION: A capacitor C1 is disposed on the input side of an inverter and connected to a power supply for charging through a diode bridge D1. When charging, the junction of the star-connection of a three-phase motor 50 and one side of terminals of a battery 20 are connected. With this condition, switching elements on the power supply side of the inverter are switched on/off, an electric charge which the power supply is rectified by the diode bridge D1 and accumulated in the capacitor C1 flows into the battery 20 through the switching elements and each phase coil of the three-phase motor 50, and charges it. Since the diode bridge D1 is used for the charger, both AC power supply such as a commercial AC power supply and DC power supply like a fuel cell can be used as the power supply for charging the charger.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-165370

(P2002-165370A)

(43) 公開日 平成14年6月7日(2002.6.7)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード [*] (参考) |
|-----------------------------|------|---------------|-------------------------|
| H 0 2 J 7/00 | | H 0 2 J 7/00 | L 5 G 0 0 3 |
| | | | P 5 H 0 3 0 |
| B 6 0 L 11/18 | | B 6 0 L 11/18 | D 5 H 1 1 5 |
| H 0 1 M 10/44 | | H 0 1 M 10/44 | Q 5 H 5 7 0 |
| H 0 2 P 7/00 | | H 0 2 P 7/00 | L |
| 審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁) | | | |

(21) 出願番号 特願2000-359439(P2000-359439)

(22) 出願日 平成12年11月27日(2000. 11. 27)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 佐々木 正一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 沖 良二

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100096817

弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

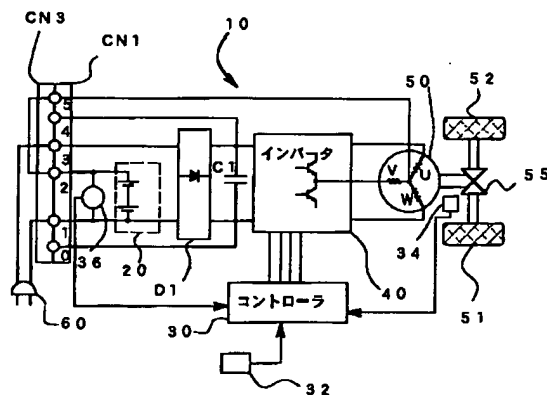
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 充電装置および電動車輛

(57) 【要約】

【課題】 二次電池用の簡易な充電装置を提供する。

【解決手段】 インバータの入力側にコンデンサC1を介装し、充電用の電源とは、ダイオードブリッジD1を介して接続する。また、充電時には、三相モータ50の星形結線の交点と、バッテリー20の一方の端子とを接続する。この状態で、インバータのソース側のスイッチング素子をオン・オフすると、ダイオードブリッジD1により整流されてコンデンサC1に蓄積された電荷が、スイッチング素子および三相モータ50の各相コイルを介してバッテリー20に流れ込み、これを充電する。ダイオードブリッジD1を用いているので、充電用の電源として、商用交流などの交流電源でも、燃料電池のような直流電源でも用いることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 二次電池への充電を行なう充電装置であって、
 充電用の電源にダイオードブリッジを接続し、
 該ダイオードブリッジの順方向出力である電源ライン間にコンデンサを接続し、
 界磁コイルが星形結線された多相モータと該電源ラインとの間に、該多相モータの相数に対応してスイッチング素子を介装すると共に、該スイッチング素子のスイッチングにより前記電源からの電力を前記多相モータに多相交流として供給する電力制御回路を形成し、
 充電しようとする前記二次電池の一方の端子を、前記多相モータの前記星形結線の交点に接続し、
 該二次電池の他方の端子を、前記電源ラインの一方に接続した充電装置。

【請求項2】 請求項1記載の充電装置であって、
 前記電力制御回路は、直列接続された二つのスイッチング素子を一組として、前記相数に対応した組数だけ、前記電源ライン間に介装し、前記二次電池への充電時に、前記各組のスイッチング素子のうち、前記二次電池の他方の端子が接続された側の電源ラインとは反対側の電源ラインに接続されたスイッチング素子を、導通状態とする充電装置。

【請求項3】 前記スイッチング素子の各々には、保護用のダイオードが併設されている請求項2記載の充電装置。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれか記載の充電装置を備えた電動車両。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、充電装置に関し、詳しくはスイッチング素子のスイッチングにより電源からの電力を多相モータに供給する電力制御回路を備えた充電装置、およびこれを搭載した電動車輛に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、二次電池を電源とし、インバータを用いて多相モータを回転するモータ駆動回路が、電動自動車を初め、様々な機器で用いられている。こうした機器において、二次電池を充電したいという要求は当然存在するため、専用の充電器を用意していた（例えば、特開平5-207664号公報参照）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の充電装置では、交流の位相に応じてスイッチング素子をオンオフする必要がある、制御が煩雑になるという問題があった。また、充電電流の制御に使用する大型のリアクトルを設けなければならないという問題もあった。このリアクトルとして多相モータの界磁コイルを利用する提案もなされているが、シンク側のスイッチング素子をターンオンして界磁コイルに短絡電流を流した後、スイ

ッチング素子をオフしてこの電流を充電電流として取り出すという構成になっており（上記公報図5参照）、例えばスイッチング素子がオン故障すると、短絡電流が流れたままになるといった不具合が指摘されていた。

【0004】本発明は上記課題を解決するためになされ、多相モータを駆動する電力制御回路を利用した充電装置の構成を簡略にすることを目的となされた。また、この電源装置を組み込んだ電動車輛の成を簡明なものすることも目的の一つとしている。

【0005】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上記課題を解決するためになされた本発明の充電装置は、二次電池への充電を行なう充電装置であって、充電用の電源にダイオードブリッジを接続し、該ダイオードブリッジの順方向出力である電源ライン間にコンデンサを接続し、界磁コイルが星形結線された多相モータと該電源ラインとの間に、該多相モータの相数に対応してスイッチング素子を介装すると共に、該スイッチング素子のスイッチングにより前記電源からの電力を前記多相モータに多相交流として供給する電力制御回路を形成し、充電しようとする前記二次電池の一方の端子を、前記多相モータの前記星形結線の交点に接続し、該二次電池の他方の端子を、前記電源ラインの一方に接続したことを要旨としている。

【0006】かかる充電装置では、電源として交流または直流電源を用意すると、この電源からダイオードブリッジを介して得られる直流電圧により、電源ライン間に接続されたコンデンサの充電が行なわれる。この状態で、スイッチング素子をオンオフすると、コンデンサに蓄積された電荷は、電源ライン—ターンオンされたスイッチング素子—多相モータの界磁コイル—星形結線の交点—二次電池—電源ラインという回路を流れて、二次電池を充電する。

【0007】また、こうした充電装置において、電力制御回路は、直列接続された二つのスイッチング素子を一組として、前記相数に対応した組数だけ、前記電源ライン間に介装し、前記二次電池への充電時に、前記各組のスイッチング素子のうち、前記二次電池の他方の端子が接続された側の電源ラインとは反対側の電源ラインに接続されたスイッチング素子を、導通状態とする構成とすることも可能である。かかる構成を採用すれば、多相モータの駆動回路をそのまま充電用の電力制御回路として利用可能である。

【0008】かかる回路構成において、スイッチング素子の各々に、保護用のダイオードを併設することも、電力制御回路では、しばしば行なわれている。この場合には、スイッチング素子をターンオフした際、多相モータの界磁コイルに流れていた電流は、シンク側のスイッチング素子に併設された保護用のダイオードを介して流れ続け、二次電池を充電する。

【0009】こうした充電装置は、電動車両に備えることができる。電動車両であって、動力源としての二次電池の充電が必要なものが存在するが、こうした電動車両の二次電池を充電する装置として、簡便なものを提供することができる。かかる装置は、ダイオードブリッジを備えるので、商用交流用のような交流電源も、燃料電池や太陽電池と言った直流電源でも接続することができ、汎用性に富むという利点を得られる。また、こうした充電装置は、車両に搭載して、電動車両として一体化しても良いし、別体にも受けても良い。また、車両に限らず、星形結線を有する多相モータと二次電池とを有する機器の充電装置として用いることができる。なお、充電用の電源としては、商用交流や燃料電池、太陽電池の他、直流電源として、他のバッテリーまたは大容量キャパシタを用いることもできる。

【0010】充電される二次電池は、化学変化を利用して電気エネルギーを蓄積するものであり、鉛蓄電池、ニッケル水素バッテリー、ニッケルカドミウムバッテリー、リチウムイオンバッテリー、リチウムポリマバッテリーなど、従来から用いられている各種の二次電池を採用可能である。

【0011】

【発明の他の態様】本発明の電源装置は上記態様に限られるものではなく、次の様な態様も包含するものである。まず充電される二次電池は、2以上であっても差し支えない。この場合、二つのバッテリーを並列または直列に接続して一度に充電を行なっても良いし、切り換え用の接点を設けて一つずつ、充電するものとしても良い。また、星形結線の交点に接続される二つの二次電池の極性を逆にし、各二次電池の反対側の端子を、正負の電源ラインのそれぞれに接続して、一つの二次電池を、ソース側のスイッチング素子のオンオフで充電し、他方の二次電池を、シンク側のスイッチング素子のオンオフで充電する構成も可能である。

【0012】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。図1は、本発明の実施例としての充電装置を組み込んだ電気自動車の概略構成図である。この充電装置は、電気自動車10に一体に組み込まれていることから、まず電気自動車10としての構成について説明する。

【0013】図1に示したように、この電気自動車10は、電源としてのリチウムイオンタイプの二次電池であるバッテリー20を搭載し、この直流電源をインバータ40により、三相交流に変換して、三相モータ50に出力する構成を採用している。三相モータ50は、回転子に永久磁石を備える永久磁石型(PM型)同期電動機である。インバータ40は、コントローラ30により制御される。このコントローラ30は、アクセルペダル32や車速センサ34、あるいはバッテリー20の電圧を監視す

る電圧センサ36などのセンサからの入力を監視し、インバータ40を構成するスイッチング素子をオン・オフ制御する。スイッチング素子のオン・オフのデューティと周波数を制御することにより、モータ50の各相に流れる電流、ひいてはモータ50のトルクと回転数を制御することができる。モータ50の回転軸の回転は、ディファレンシャルギヤ55を介して、左右の車輪51、52に伝達され、車両を走行させる。

【0014】通常の電気自動車の基本的な構成と比べると、本実施例の電気自動車10では、バッテリー20とインバータ40との間が直接接続されておらず、コネクタCN1、ダイオードブリッジD1、コンデンサC1等が介装されている。これらの接続関係を図1を参照しつつ、詳しく説明する。バッテリー20の負側電源ラインは、ダイオードブリッジD1の入力側の一端子と、コネクタCN1の1番端子に接続されている。また、バッテリー20の正側電源ラインは、コネクタCN1の2番端子に接続されている。このコネクタCN1の3番端子は、ダイオードブリッジD1の入力側のもう一方の端子に接続されており、コネクタCN1の4番端子は、ダイオードブリッジD1の出力側(インバータ40の正側電源ライン)に接続されている。更に、コネクタCN1の5番端子は、三相モータ50のUVWのコイルが星形結線されているその交点に接続されている。コネクタCN1の0番端子は、ダイオードブリッジD1の出力側(インバータ40の正側電源ライン)に接続されている。また、コンデンサC1は、ダイオードブリッジD1の出力端子とインバータ40とをつなぐ電源ライン間に介装されている。

【0015】このコネクタCN1には、車両走行時には、走行用コネクタCN2が装着されている。走行用コネクタCN2の0番端子と1番端子、および2番端子と4番端子は、それぞれ短絡されている。この結果、図1に示すように、走行用コネクタCN2が、コネクタCN1に正しく装着されていれば、バッテリー20の正負の端子は、ダイオードブリッジD1を介することなく、インバータ40の電源ラインに接続された状態となる。この結果、走行時には、バッテリー20とインバータ40とは直接接続された状態となり、バッテリー20の電力によりモータ50を駆動して、車両を走行させたり、制動時などにモータ50により電力を回生し、これをバッテリー20に充電するといった処理が可能となる。

【0016】この場合のバッテリー20から三相モータ50までの接続を等価回路で表わしたものが図2である。インバータ40内のスイッチング素子は、図2では、ソース側のスイッチSW1ないし3およびシンク側のスイッチSW11ないし13として表わしている。ダイオードブリッジD1は、回路には介装されていない状態となっており、何らの作用も果たしていない。コンデンサC1は、電荷を蓄えており、電源ラインの見かけのインピ

ードンスを下げる働きをしている。

【0017】この状態で、コントローラ30からの制御信号により、スイッチング素子を順次ターンオンして、U相コイル、V相コイル、W相コイルに順次電流を流すと、各相コイルを順次流れる電流により回転磁界が形成され、回転子に設けられた永久磁石による磁界との相互作用により、三相モータ50は回転する。なお、三相モータ50により回生が行なわれる場合は、これとは逆に各相コイルに回生電流が流れ、インバータ40を介して、バッテリー20が充電されることになる。

【0018】なお、図1の回路では、コネクタCN1の0番端子と4番端子を利用して、ダイオードブリッジD1を介装しない回路を構成して、三相モータ50による回生を可能としたが、図3に示すように、三相モータ50の星形結線の交点（中性点）からバッテリー20の正側端子に戻るラインを形成し、三相モータ50の中性点を通して各相コイルに電流を流して、三相モータ50を駆動する回路構成でも、バッテリー20による三相モータ50の駆動と、三相モータ50からの回生によるバッテリー20の充電とが可能である。この場合には、端子2と端子5を接続して用いるが、その動作を以下に説明する。図3に示した回路構成を用いた場合には、スイッチング素子SW11をまずターンオンして、一つのコイル（例えばコイルU）に電流 i_u を流す。このときの電流 i_u は、バッテリー20を電源として、バッテリー20→三相モータの中性点→U相コイル→スイッチング素子SW11→ダイオードブリッジD1の一つのダイオード（省略可能）→バッテリー20、というように流れ、三相モータ50のコイルにエネルギーを蓄える。

【0019】次に、スイッチング素子SW11をターンオフすると、スイッチング素子SW11とSW1との接続点の電位 V_L は上昇し、保護用のダイオードDP1を介して、コイルに蓄えられた電荷により、電流が流れる（図3、破線矢印）。この電流は、ダイオードDP1→他の相のスイッチング素子SW2（SW3）→V（W）相コイル→三相モータ50の中性点、というように流れる。この結果、かかる回路構成を採用すると、スイッチング素子SW11（SW12、SW13でも可）を制御することにより、インバータの電圧 V_c を調整することができる。即ち、バッテリー20の電圧が低下している場合でも、これを用いてインバータ40に対して十分な動作電圧を確保することができる。かかる回路構成を採用した場合でも、後述する充電回路により、バッテリー20の充電を行なうことができる。

【0020】そこで、次に、電気自動車10のバッテリー20に充電を行なう場合の接続と制御について説明する。図4は、充電時の接続関係を示す回路図である。商用交流を用いて充電を行なう場合には、走行用コネクタCN2を外して、電源ケーブルが接続された充電用コネクタCN3を、コネクタCN1に装着する。この充電用

コネクタCN3は、図示するように、商用交流に接続するコンセント60からの電源ラインが1番と3番の端子にそれぞれ接続されており、2番端子と5番端子とが短絡されている。この結果、等価回路である図5に示したように、商用交流であるAC100ボルトがダイオードブリッジD1を介してインバータ40に接続され、バッテリー20は、三相モータ50の星形結線された交点（中性点）と負側の電源ライン間に接続された状態となる。

【0021】ダイオードブリッジD1により、交流は全波整流され、コンデンサC1に蓄えられる。全波整流により、コンデンサC1の両端の電圧 V_C は、商用交流であれば141ボルト、即ち交流の実効電圧 V_{rms} に対して、 $V_C = V_{rms} \cdot \sqrt{2}$ となる。コントローラ30は、充電時には、スイッチング素子のうち、シンク側の全素子（等価回路ではスイッチSW1ないしSW3）を同時にオン・オフする。シンク側のスイッチング素子がオン状態になると、図5に示したように、コンデンサC1に蓄積されていた電荷は、シンク側のスイッチング素子を介してUVWの各相コイルに流れ、星形結線された交点で合流して、バッテリー20に流れ込み、バッテリー20を充電する。バッテリー20の充電電流 i を得るためには、各相コイルに流れる電流は、それぞれ $i/3$ となる。そこで、コントローラ30は、平均電流が $i/3$ となるよう、スイッチング素子のオン時間（デューティ）を制御する。なお、かかる充電制御において、三相モータ50の各相コイルには等しい電流が同時に流れることから、モータ50が回転することはない。

【0022】図6に、コントローラ30が行なう充電制御のフローチャートを示す。図示するように、コントローラ30は、充電制御を開始すると、まずバッテリー20の電圧を計測し（ステップS100）、計測した電圧に応じて、充電電流 i を決定する処理を行なう（ステップS110）。次にこの充電電流 i に応じて、スイッチング素子のオンデューティを決定し（ステップS120）、そのデューティでインバータ40のソース側の全スイッチング素子をオン・オフ制御する（ステップS130）。その後、バッテリー20が満充電状態になったかを判断し（ステップS140）、満充電状態となるまでは、ステップS100に戻って、上記の処理を繰り返す。

【0023】なお、通常の半導体型インバータ40では、図7に示したように、スイッチング素子Tr1ないしTr3およびTr11ないしTr13のコレクターエミッタ間には、保護用のダイオードDp1ないしDp3およびDp11ないしDp13が設けられている。この場合、ソース側のスイッチング素子Tr1ないしTr3を、オフにすると、三相コイルを介して流れていた電流は、そのまま流れ続けようとすることから、シンク側のスイッチング素子Tr11ないしTr13に併設された保護用のダイオードDp11ないしDp13を介して電

流が還流することになる。従って、スイッチング素子に保護用のダイオードが併設されている場合には、スイッチング素子をオフにした場合の電力損失は殆ど生じない。図7では、理解の便を図って、W相コイルに流れる電流のみを示したが、他の相の電流についても同様である。

【0024】以上説明した本実施例によれば、電気自動車の基本的な構成であるバッテリー20—インバータ40—三相モータ50という回路に、ダイオードブリッジD1とコンデンサC1を追加しただけで、容易に、外部の交流電源または直流電源を用いてバッテリー20を充電する充電装置を構成することができる。走行状態と充電状態とは、バッテリー20の端子の接続を切り換えているだけであり、しかもその切換は、走行用コネクタCN2を、充電用コネクタCN3に取り替えることにより自動的に行なわれる。この結果、電気自動車10を充電スタンドまで走行させ、走行用コネクタCN2を外し、商用交流などの電源に接続した充電用コネクタCN3に取り替えるだけで、直ちに充電可能な状態となる。ダイオードブリッジD1を採用していることから、潮流電源でも交流電源でも区別することなく接続でき、例えば通常は充電スタンドで商用交流を用いて充電を行なっており、自宅に太陽電池式の発電装置と二次電源装置があれば、これに接続して充電を行なうといったことも可能である。また、燃料電池に接続して充電するものとすることもできる。

【0025】上記実施例では、バッテリー20は、そのまま三相交流の星形結線の交点とマイナス側電源ラインとの間に接続して充電を行なうものとしたが、例えば二次電池の仕様が200ボルトのように商用交流の電圧を超えている場合には、二次電池を複数の組に予め分割しておき、車両走行時には、これらを全て直列に接続して走行用の電源とし、充電時には、複数の二次電池を並列に接続して充電するものとしても良い。この場合、一度に複数の二次電池を充電しても良いし、接点などで切り換えることにより、一つずつ充電を行なうものとしても良い。

【0026】また、例えばバッテリー20を等分に分割して、第1のバッテリー20Aと第2のバッテリー20Bから構成し、走行時には両者20A、20Bを直列に接続して走行用の電源とし、充電時には、図8に示すように、両バッテリー20A、20Bの中点と三相モータ50の星形結線の交点とを接続し、インバータ40のソース側スイッチング素子のオン・オフにより第1のバッテリー20Aを、シンク側スイッチング素子のオン・オフにより第2のバッテリー20Bを、それぞれ独立して充電するものとしても良い。この場合には、図9に示したように、ソース側のスイッチング素子とシンク側のスイッチング素子が一度に導通状態とならないよう、ターンオンのタイミングを調整する。

【0027】なお、三相モータ50に温度上昇を測定するセンサが設けられている場合には、温度上昇が所定の許容温度以下となるように、充電を制御することも容易である。充電は、通常連続して行なわれることから、各相コイルに流れる電流自体は走行時の最大電流より小さくても、連続通電により三相モータ50の温度は相当に上昇することがあり得るが、コイルの温度上昇をモニタしつつ充電を行なえば、充電処理の信頼性を更に高くすることができる。

【0028】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、例えば、実施例の充電装置を電気自動車とは完全に別体に構成しても良いし、電気自動車以外の機器、例えば船舶、航空機などの交通手段やその他各種産業機械などに組み込んだ態様など、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。また、実施例では、全波整流用のダイオードブリッジを用いたが、充電用の電源電圧とバッテリーの電圧との関係によっては、半波整流用のダイオードブリッジを用いることも可能である。半波整流用のダイオードブリッジを用いた場合には、コネクタCN1の端子0からインバータのマイナス側電源ラインへの結線を省略することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例としての電気自動車10に組み込んだ充電装置の構成を示す回路図である。

【図2】実施例における等価回路図である。

【図3】実施例の充電回路を適用可能な他の駆動回路例を示す回路図である。

【図4】実施例の充電時の接続関係を示す回路図である。

【図5】充電時の等価回路図である。

【図6】コントローラ30が行なう処理の概要を示すフローチャートである。

【図7】インバータ40の実際の構成と還流の様子を例示する説明図である。

【図8】本発明の他の実施例を示す回路図である。

【図9】他の実施例におけるスイッチング素子のオンタイミングを示すタイミングチャートである。

【符号の説明】

- 10…電気自動車
- 20…バッテリー
- 20A…第1のバッテリー
- 20B…第2のバッテリー
- 30…コントローラ
- 32…アクセルペダル
- 34…車速センサ
- 36…電圧センサ
- 40…インバータ
- 50…三相モータ

51, 52…車輪

55…ディファレンシャルギヤ

60…コンセント

C1…コンデンサ

CN1…コネクタ

CN2…走行用コネクタ

CN3…充電用コネクタ

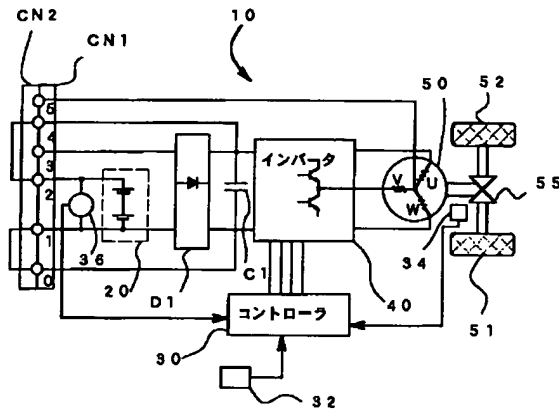
D1…ダイオードブリッジ

Dp1~Dp11…ダイオード

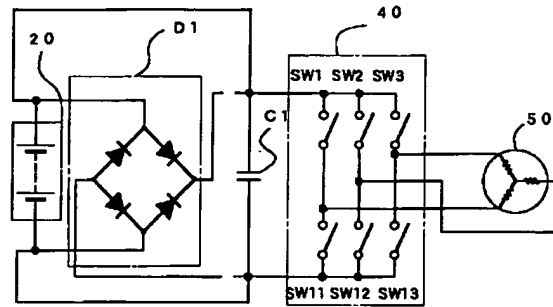
SW1~SW11…スイッチ

Tr1~Tr11…スイッチング素子

【図1】

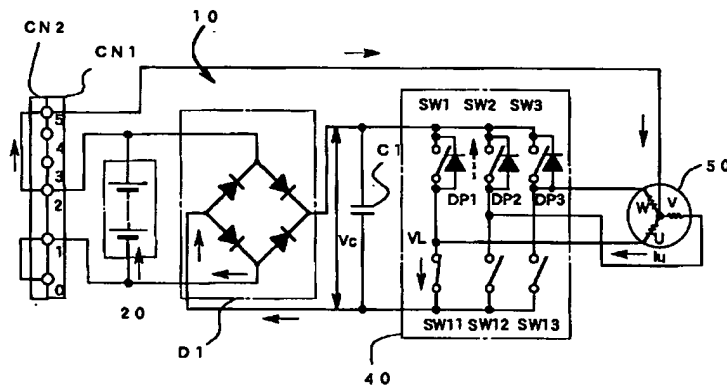


【図2】

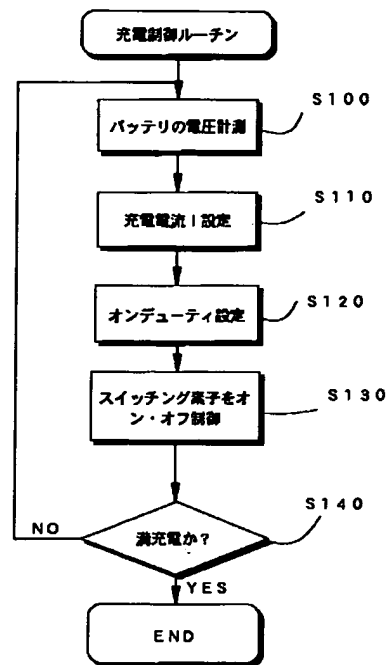
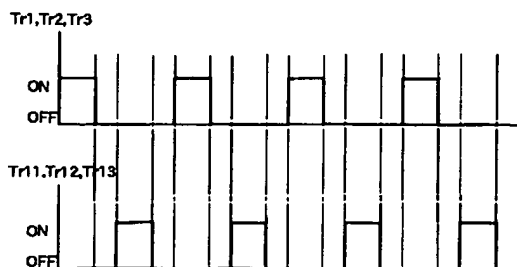


【図6】

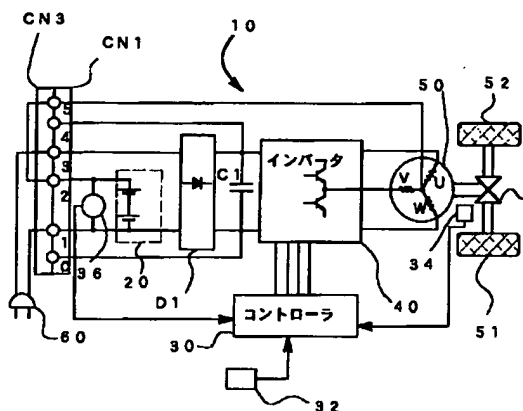
【図3】



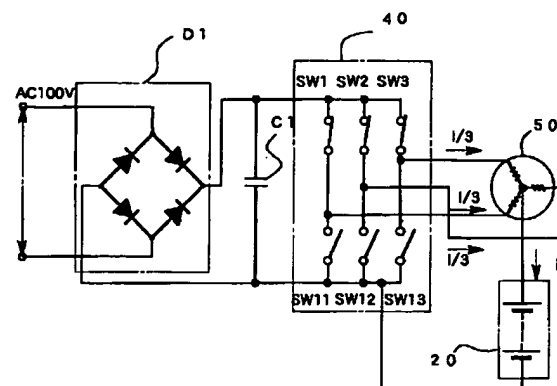
【図9】



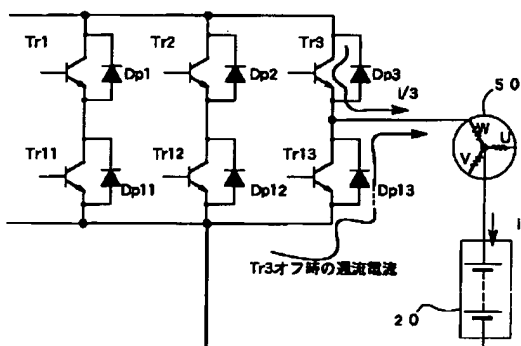
【図4】



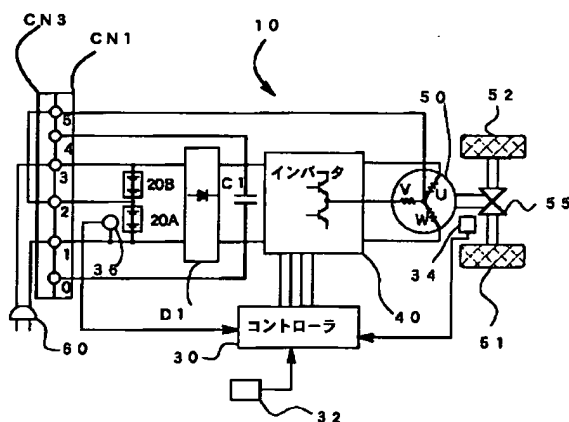
【図5】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5G003 AA01 AA07 BA01 DA07 FA06
GB06
5H030 AA09 AS08 BB07 BB08 BB09
DD20
5H115 PC06 PG04 PI16 PI21 P017
PU10 PV09 PV23 QN06 RB08
SE04 SE06 TB01 TI05 T021
5H570 AA01 BB20 CC04 DD01 DD04
GG02 HA07 HA15 HB07 LL03